

sp@cenet document view

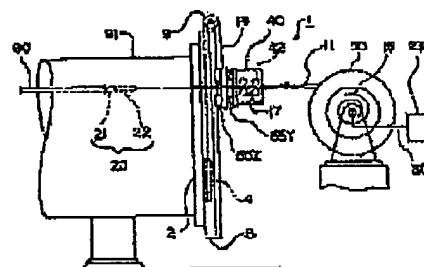
<http://v3.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=JP2000180093>**METHOD AND APPARATUS FOR CLEANING AND DETECTING FLAW IN PIPE OF HEAT EXCHANGER****Publication number:** JP2000180093**Publication date:** 2000-06-30**Inventor:** WASHISAWA KENJI; MORI TSUNEAKI**Applicant:** TOSHIBA PLANT KENSETSU CO LTD**Classification:**

- International: F28G1/08; F28G1/00; (IPC1-7): F28G1/08

- European:

**Application number:** JP19980375412 19981215**Priority number(s):** JP19980375412 19981215[Report a data error here](#)**Abstract of JP2000180093**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform cleaning and flaw detection on the inner surface of tubes in a large scale heat exchanger at power plant, or the like, by reciprocating a flexible tube fixed, at the forward end thereof, with an in-pipe cleaner and a flaw detector from one end side of the heat exchanger tube through a feeder. **SOLUTION:** An insertion unit 20 integrating a cleaner 21 and a detector 22 is connected to the forward end of a flexible tube 11 incorporating a cable 30 and inserted in the axial direction from one end of the tube 90 in a heat exchanger 91. The detector 22 is connected with the body 23 of flaw inspection apparatus through a cable 30. The flexible tube 11 can be fed back and forth by means of the drive roll 42 in a feeding unit 40 fixed to a supporting frame 5 movably in the vertical and horizontal directions through a handle 17. When the flexible tube 11 is pulled back rearward, it can be contained automatically in a drum 50.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-180093

(P2000-180093A)

(43) 公開日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(51) Int.Cl.

識別記号

FI

ノート\* (参考)

F 2 8 G 1/08

F 2 8 G 1/08

審査請求 未請求 請求項の数12 FI (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-975412

(22) 出願日 平成10年12月15日 (1998. 12. 15)

(71) 出願人 390014568

東芝プラント建設株式会社

東京都大田区蒲田五丁目37番1号

(72) 発明者 鷲澤 健司

東京都港区西新橋三丁目7番1号 東芝プラント建設株式会社内

(73) 発明者 堀 恒彰

東京都港区西新橋三丁目7番1号 東芝プラント建設株式会社内

(74) 代理人 100082843

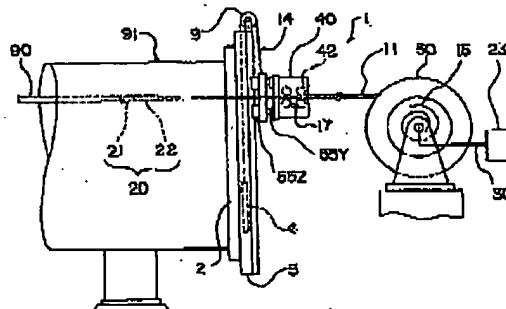
弁理士 望田 卓英

(54) 【発明の名称】 熱交換器の管内清掃・探傷検査装置、及び管内清掃・探傷検査方法

(57) 【要約】

【課題】 原子力発電所等の大型の熱交換器の定期点検等の点検作業において、チューブ（伝熱管）の内面を清掃し、チューブの探傷検査を実施するための、作業性が良く、信頼性に優れ、能率的で工期短縮に寄与できる、熱交換器の管内清掃・探傷検査装置及び管内清掃・探傷検査方法を提供すること。

【解決手段】 清掃器と検出器とをフレキシブル管の先端に接続し、そのフレキシブル管内に電気ケーブルを挿通して、そのケーブル端を検出器に接続する。そしてフレキシブル管を送給装置により往復駆動する。



(2) 000-180093 (P2000-180093A)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 大型の熱交換器91の伝熱性のチューブ90の内面を清掃し、そのチューブ90の探傷検査を実施するための、管内清掃・探傷検査装置において、そのチューブ90の内径より小なる外径を有し、軸線が湾曲する方向に可撓性を有すると共に、軸方向外力を支持可能なフレキシブル管11と、そのフレキシブル管11の先端に夫々取付られる管内清掃器21および探傷検査用の検出器22と、そのフレキシブル管11に挿通され、前記検出器22に接続されるケーブル30と、そのフレキシブル管11を軸方向に往復駆動する送給装置40と、を備えたことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置。

【請求項2】 請求項1において、前記チューブ90へ挿入される清掃器21が先端側に、その後ろに探傷検査用の検出器22がフレキシブル管11に直列に連結されて挿入機器20を構成したことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置。

【請求項3】 請求項1において、前記フレキシブル管11が、金属線を螺旋状に巻回すると共に、その外周に可撓性のプラスチック材を被覆したものからなる熱交換器の管内清掃・探傷検査装置。

【請求項4】 請求項1において、支持フレーム5が熱交換器91の管板2に着脱自在に取付られ、その支持フレーム5に前記送給装置40が、管板2に夫々平行で水平方向に移動可能な移動手段55Yおよび上下方向に移動可能な昇降手段55Zを介して取付られた熱交換器の管内清掃・探傷検査装置。

【請求項5】 請求項1において、フレキシブル管11がそれを巻回するドラム50に搭載され、そのドラム50がフレキシブル管11を常に巻き取る方向に付勢した、フレキシブル管の弛み防止手段15を設けた熱交換器の管内清掃・探傷検査装置。

【請求項6】 請求項1において、フレキシブル管11がそれを巻回するドラム50に搭載され、ドラム50が自身の回転軸51の軸心の向きに水平移動する移動手段55Yを備え、ドラム50又は送給装置40が、上下に移動する昇降手段55Zを備えたことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置。

【請求項7】 請求項1において、フレキシブル管11を巻回するドラム50を備え、そのドラム50の回転部52と固定部53との間にケーブル30の電気的接続のための渡り回路31を備えたことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置。

【請求項8】 請求項1において、ドラム50の回転部52が、外回転部52aと、内回転

部52bと、によって構成され、外回転部52aが、回転軸51の回りに、回転軸51の軸心の向きに軸心を合わせたローラ58の渦巻状の配列を備え、先端を内回転部52bに固定されたフレキシブル管11が、渦巻状のローラ58に拘束されながら巻回されることを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置。

【請求項9】 請求項1～請求項8のいずれかに記載の熱交換器の管内清掃・探傷検査装置を用い、そのフレキシブル管送給装置40により、前記清掃器21および検出器22が取付られたフレキシブル管11を前記チューブ90の一端から他端まで挿入し、ついで他端から一端まで引き戻すことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査方法。

【請求項10】 請求項1～請求項8のいずれかに記載の熱交換器の管内清掃・探傷検査装置を用い、フレキシブル管11を前記チューブ90の一端から他端まで挿入する間に管内清掃を行い、ついで他端から一端まで引き戻す間に管の探傷検査を行なうことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査方法。

【請求項11】 大型の熱交換器91のチューブ（伝熱管）90の内面を清掃し、チューブ90の探傷検査を実施するための、管内清掃・探傷検査装置において、そのチューブ90の内径より小なる最大外径を有し、軸線が湾曲する方向に可撓性を有すると共に、軸方向外力を支持可能な断面円形または断面偏平に形成され且つ、内部にケーブルを一体に有するフレキシブル長尺体と、

そのフレキシブル長尺体の先端に夫々取付られる管内清掃器および探傷検査用の検出器と、そのフレキシブル長尺体を軸方向に往復駆動する長尺体送給装置40と、を備え、前記ケーブルが前記検出器に接続されることを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置。

【請求項12】 請求項11において、フレキシブル長尺体が、金属線12aを長手方向の主材として編成または埋設した平ベルト体12によって構成され、その内部にケーブル30が一体に配置されたことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原子力発電所等の大型の熱交換器のチューブ90内面を清掃し、チューブ90の探傷検査を行う管内清掃・探傷検査装置、及び管内清掃・探傷検査方法の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】発電所等の大型の熱交換器として、復水器等の各種冷却器、加熱器が存在し、それらのチューブ90（図1参照）は、その内・外にそれぞれ1次、2次の熱媒体を通す。一例として、内側に冷却用の海水が導入され、その外側に被冷却媒体として、蒸気や淡水等が

(3) 000-180093 (P2000-180093A)

流通し、両者間に熱伝達が行われる。その熱交換用のチューブ90は、通常、内径30mm前後、長さ5m、或いは6mの薄肉の直管が用いられる。直径1.5m程度の横置きタンク内で、前記1次、2次の熱媒体が夫々、個別に入口及び出口を有する通路が形成され、チューブ90は、その中で熱伝達に配慮されて適切に配置され、熱交換器が形成される。熱交換器は、一般に、同一器が多数台、併設される。そして1基の原子炉に付設される復水器等についてのチューブ90の数は、3000本の規模に達するのが普通である。

【0003】然るに、チューブ90にスケールが堆積すれば熱交換率が低下し、エネルギー損失が増す。また、チューブ90は、高温・高応力下での使用のみならず、熱衝撃や、接触部相互の材質、熱媒体との共存性、等々の条件を十分に満たす必要がある。さもないと、薄肉チューブ90には様々な損傷が容易に進行し、1次から2次媒体への漏洩の可能性が高まる。特に原子炉においては避けなくてはならぬ問題である。上記したチューブ90内面の清掃とチューブ90の健全性の確認とは、ともに定期点検における主要課題であり、これらの作業は、次のようにして行われていた。すなわち、前記横置きタンクの両端の胴蓋、仕切室を取り外し、チューブ90の両端を露出させる。諸装置の準備のあと、まず、清掃工程では、チューブ90ごとに、その一端（以下A端という）から他端（以下B端という）に向けて、弾丸状のゴム弾性を有するピグ（商品名）と称する清掃具を、空気圧によって走行させる。ピグは一方方向に走行させ、B端の回収設備にスケール等の廃棄物とともに放出される。回収設備からピグを回収して、A端に運ぶ必要がある。

【0004】次に探傷検査工程では、チューブ90ごとに、まず、B端からワイヤを挿入する。A端に到達したワイヤに、渦流探傷検査用の電源及び計測用のケーブルを係止し、ケーブルをB端まで引き寄せる。B端でワイヤを外し、ケーブルが検出器に接続され、チューブ90に挿入・設置される。次いで、A端からケーブルを引き寄せながら探傷検査が実施される。A端での引き抜き後は、ケーブルと検出器との接続が解かれ、検出器はB端に運ばれて1本のチューブ90の清掃・探傷作業を終了する。以上のように、清掃、探傷の夫々の作業のために、A、Bの両端で挿入、回収のための装置を設置する必要があるのみならず、チューブ90内では、ワイヤやケーブル、器機などを個々に移動させ、また、器外を運搬し、更にケーブルの接続や取り外しに多大の時間を必要とした。しかも、ピグの走行の他は検出器の走行を含めて、全ての作業が人力によって行われた。対象チューブ90の数は甚だ多く、作業負担は膨大で、詰まるところ、定期点検におけるチューブ90の清掃・探傷工程が、長期化する悩みがあった。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の事情に

鑑みてなされたもので、発電所等の大型の熱交換器のチューブ90の内面の清掃と、チューブ90の探傷検査とを、根本的に能率化するための装置と方法とを提供しようとするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決するための請求項1に記載の発明は、大型の熱交換器91の伝熱性のチューブ90の内面を清掃し、そのチューブ90の探傷検査を実施するための、管内清掃・探傷検査装置において、そのチューブ90の内径より小なる外径を有し、軸線が湾曲する方向に可撓性を有すると共に、軸方向外力を支持可能なフレキシブル管11と、そのフレキシブル管11の先端に夫々取付けられる管内清掃器21および探傷検査用の検出器22と、そのフレキシブル管11に挿通され、前記検出器22に接続されるケーブル30と、そのフレキシブル管11を軸方向に往復駆動する送給装置40と、を備えたことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置である。この装置によれば、熱交換器用チューブ90の一端側からフレキシブル管11を供給装置40を介して往復駆動することにより、管内清掃と探傷検査を同時に行なえる。

【0007】請求項2に記載の発明は、請求項1において、前記チューブ90へ挿入される清掃器21が先端側に、その後ろに探傷検査用の検出器22がフレキシブル管11に直列に連結されて挿入機器20を構成したことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置である。この発明によれば、フレキシブル管11の先端に清掃器21と検出器22が順に接続されているため、清掃器と検出器が干渉することなく、夫々の機能を最大限に発揮できる。請求項3に記載の発明は、請求項1において、前記フレキシブル管11が、金属線を螺旋状に巻回すると共に、その外周に可撓性のプラスチック材を被覆したものからなる熱交換器の管内清掃・探傷検査装置である。この発明によれば、金属線のコイル巻の外周にプラスチック材の被覆がもうけられているため、フレキシブル管の汚損を少なくして、清掃効果を高めることができる。

【0008】請求項4に記載の発明は、請求項1において、支持フレーム5が熱交換器91の管板2に着脱自在に取付けられ、その支持フレーム5に前記送給装置40が、管板2に夫々平行で水平方向に移動可能な移動手段55Yおよび上下方向に移動可能な昇降手段55Zを介して取付けられた熱交換器の管内清掃・探傷検査装置である。この発明によれば、多数の熱交換器用チューブのうち、目的のチューブに送給装置を容易に整合させることができる。請求項5に記載の発明は、請求項1において、フレキシブル管11がそれを巻回するドラム50に搭載され、そのドラム50がフレキシブル管11を常に巻き取る方向に付勢した、フレキシブル管の弛み防止手段15を設けた熱交換器の管内清掃・探傷検査装置であ

(4) 000-180093 (P2000-180093A)

る。この発明によれば、フレキシブル管が床面等に接触して汚損することを防止でき、清掃の信頼性を向上できる。

【0009】請求項6に記載の発明は、請求項1において、フレキシブル管11がそれを廻回するドラム50に搭載され、ドラム50が自身の回転軸51の軸心の向きに水平移動する移動手段55Yを備えると共に、ドラム50又は送給装置40が、上下に移動する昇降手段55Zを備えたことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置である。この発明によれば、多数の熱交換器用チューブのうち、目的のチューブに送給装置を容易に整合させることができる。それと共に、フレキシブル管が床面等に接触して汚損することを防止でき、清掃の信頼性を向上できる。請求項7に記載の発明は、請求項1において、フレキシブル管11を廻回するドラム50を備え、そのドラム50の回転部52と固定部53との間にケーブル30の電気的接続のための渡り回路31を備えたことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置である。この発明によれば、検出器と探傷検査機本体とを電気的に確実に接続できる。

【0010】請求項8に記載の発明は、請求項1において、ドラム50の回転部52が、外回転部52aと、内回転部52bと、によって構成され、外回転部52aが、回転軸51の回りに、回転軸51の軸心の向きに軸心を合わせたローラ58の渦巻状の配列を備え、先端を内回転部52bに固定されたフレキシブル管11が、渦巻状のローラ58に拘束されながら巻回されることを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置である。この発明によれば、ドラム50が、ローラ58を備えた外回転部52aと、フレキシブル管11の端が固定された内回転部52bとを備えたので、フレキシブル管11の送給・導入の向きが可変となり、収納するには送給装置40によって送給すればよく、能率的で信頼性の高い熱交換器の管内清掃・探傷検査装置を提供できる。

【0011】請求項9に記載の発明は、請求項1～請求項8のいずれかに記載の熱交換器の管内清掃・探傷検査装置を用い、そのフレキシブル管送給装置40により、前記清掃器21および検出器22が取付られたフレキシブル管11を前記チューブ90の一端から他端まで押し挿入し、ついで他端から一端まで引き戻すことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査方法である。請求項10に記載の発明は、請求項1～請求項8のいずれかに記載の熱交換器の管内清掃・探傷検査装置を用い、フレキシブル管11を前記チューブ90の一端から他端まで押し挿入する間に管内清掃を行い、ついで他端から一端まで引き戻す間に管の探傷検査を行なうことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査方法である。これらの方法の発明によれば、チューブの清掃と探傷検査を効率的に行なうことができる。

【0012】請求項11に記載の発明は、大型の熱交換

器91のチューブ（伝熱管）90の内面を清掃し、チューブ90の探傷検査を実施するための、管内清掃・探傷検査装置において、そのチューブ90の内径より小さな最大外径を有し、軸線が湾曲する方向に可撓性を有すると共に、軸方向外力を支持可能な断面円形または断面偏平に形成され且つ、内部にケーブルを一体に有するフレキシブル長尺体と、そのフレキシブル長尺体の先端に夫々取付けられる管内清掃器および探傷検査用の検出器と、そのフレキシブル長尺体を軸方向に往復駆動する長尺体送給装置40と、を備え、前記ケーブルが前記検出器に接続されることを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置である。

【0013】請求項12に記載の発明は、請求項11において、フレキシブル長尺体が、金属線12aを長手方向の主材として編成または埋設した平ベルト体12によって構成され、その内部にケーブル30が一体に配置されたことを特徴とする熱交換器の管内清掃・探傷検査装置である。請求項11、請求項12の発明によれば、丈夫で耐久性の高い装置を提供できる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は本発明の熱交換器の管内清掃・探傷検査装置の第一の実施例（以下、本装置1と呼ぶ。）を示す要部正面略図であり、図2はその右側面図、図3はフレキシブル管11の先端に取付けられた清掃器21と検出器22の一例を示す説明図、図4はそのフレキシブル管11の駆動説明図、図5はフレキシブル管11に内装されたケーブルとその接続状態の一実施例を示す断面図、図6は、本発明の熱交換器の管内清掃・探傷検査装置の第二の実施例を示す正面図、図7はドラム台54上のドラム50と送給装置40の一実施例を示す正面図（部分断面図）、図8は図7の平面図、図9は、ドラム50の回転部52と固定部53とを渡る電流の渡り回路31の一実施例を示す断面図、図10は、ドラム50の回転部52と固定部53とを渡る流体の渡り回路31の一例を示す模式断面図である。図11は、平ベルト状のフレキシブル長尺体12の一実施例を示す平面図、図12は図11の側面図（B-B矢視部分断面図）、図13は図12のA-A矢視断面図である。

【0015】次に、図1～図5を参照して本装置1の構成を説明する。図1において、清掃と探傷検査の対象である無数のチューブ90のうち、1本だけが、熱交換器91の横置きタンクの内部に、模式的に示されている。清掃器21と検出器22とが一体化された挿入機器20が、ケーブル30を内装したフレキシブル管11の先端に接続金具13（図5）によって接続され、チューブ90の一端から、その軸線方向であるX方向に挿入されている。そのフレキシブル管11は、送給装置40の駆動ロール42によって、前後に、送給可能に構成される。駆動ロール42は駆動する図示しない可逆駆動モータの回

(5) 000-180093 (P2000-180093A)

転軸に減速機を介して連結されている。フレキシブル管 11 が後方に引き戻されるときは、自動的にドラム 50 に収納される。そのためには、一例として捩じり力を与えたゼンマイを用い、図 1 においてドラム 50 を常に右回転方向に付勢しておけばよい。そのゼンマイは、フレキシブル管の緩み防止手段 15 を構成する。それにより、フレキシブル管 11 が床面に接触することなく、その汚染を防止できる。

【0016】検出器 22 と探傷検査機本体 23 と、を結ぶ電源や、計測情報を伝達する回線は、ケーブル 30 の一端が接続金具 13 によって検出器 22 に接続され、他端で、ドラム 50 の内回転部 52b 上の接続具 32 (図 6、図 7) に接続される。ドラム 50 の内回転部 52b の接続具 32 と、固定部 53 の接続具 32 との間には好ましくは、図 9 に示す液り回路 31 が設けられる。これは、モータや発電機に用いられるリング導体とそれに接触するカーボンブラシの構造を利用できる。そしてその出力側は更に固定部 53 の接続具 32 と探傷検査機本体 23 とが、ケーブル 30 によって接続されて、検出器 22 と探傷検査機本体 23 とを結ぶ回路が形成される。

【0017】送給装置 40 は、図 1、図 2 に示す如く、支持フレーム 5 に Z レール 6 および Y レール 7 を介して上下動自在で且つ水平移動自在に取付られている。その支持フレーム 5 はブラケット 8 を介して熱交換器 91 の管板 2 に着脱自在に取付けられる。即ち管板 2 のフランジ部に穿設されたボルト孔に、ブラケット 8 のボルト孔を整合して、それらにボルトを挿通し、ナットを介して支持フレーム 5 を管板 2 に締結するものである。その支持フレーム 5 は略正方形の枠状に形成され、左右のフレームに一对の Z レールが付設され、夫々の Z レールに一对のスライダが保持され、両スライダ間が一对の Y レールで連結されている。そして、その Y レールに送給装置 40 がスライダを介して保持されている。この例では、送給装置 40 の両側面には一对のハンドル 17 が突設され、作業者がその両手でハンドル 17 を把持し、送給装置 40 を Z 方向および Y 方向に移動して、その中心を目的の熱交換器チューブ 90 に整合するものである。また、この例ではバランスウエイト 4 を支持フレーム 5 の中空縦材に昇降自在に内装し、送給装置 40 とバランスウエイト 4 とをワイヤ 14 および滑車 9 を介して連結している。それにより送給装置 40 の自重を相殺している。

【0018】次に、図 6、図 7 の例は送給装置 40 の Y 方向移動に連動して、ドラム 50 が同方向に移動するように構成したものである。即ち、送給装置 40 を搭載するドラム 50 の固定部 53 は、水平方向の移動手段 55 Y を備えて、YZ 平面内での送給位置が微調整可能に構成される。この送給装置も昇降手段 55 Z を備える。なお、ドラム 54 は必須ではなく、移動手段 55 Y が、ドラム 50 の搬送手段を兼ねることもできる。また、ド

ラム 50 の回転部 52 は、図 7 の如く回転側板 57 と渦巻状に配置されたローラ 58 と、で構成された外回転部 52a と、内回転部 52b と、で構成される。いずれも回転軸 51 と固定する必要はないが、液り回路 31 の数が増し、構造が複雑になる場合には、内回転部 52b の固定構造が対応しやすい。

【0019】図 5 のフレキシブル管 11 は、密巻にしたコイルスプリング 11a に可撓性のプラスチック被覆 11b が施されてなり、内部にケーブル 30 が挿通される。なお、本発明は、このフレキシブル管 11 に必ずしも限定されるものではない。例えば、フレキシブル管 11 に代えて図 11、図 12 に示す平ベルト状のフレキシブル長尺体 12 を採用することもできる。この場合は、硬鋼線(ピアノ線等) 12a を縦糸とし、カーボンファイバ 12b 等によって編み上げられる。また、その内部にはケーブル 30 を同時に配置できる。そして、そのフレキシブル長尺体 12 の他端は接続金具 13、及び、ケーブル 30 を接続する接続具を有して、分解可能に構成される。

【0020】以下、本装置 1 の作用を説明する。本装置 1 がフレキシブル管 11 またはフレキシブル長尺体を有することは、極めて能率的な管内清掃・探傷検査装置と、その方法を実現させるものである。細く、長い熱交換器用チューブ 90 に機器・その他を挿通するには、その摩擦抵抗の大小に関係なく、引き寄せる発想が自然で、確かなものである。押し込めば、座屈を伴って成功しにくいことを無意識に承知している。しかし、引き寄せるには、事前にワイヤ等の小道具を挿通させる必要がある。

【0021】然るに、チューブ 90 の一端から検出器 22 を押し込んで挿入し、引き戻すことができるフレキシブル管 11 等は、事前の挿通を要しない。のみならず、ケーブル 30 と検出器 22 との分解作業、これらの再接続作業、器外での検出器 22 の選搬作業等々、チューブ 90 ごとに繰り返される無用の作業が、完全に排除できる。また検出器 22 をケーブル 30 によって引き寄せる等の、ケーブル 30 に過大な負荷を掛けて損傷させる危険も排除できる。新たなチューブ 90 に進むにも、検出器 22 を、そのチューブ 90 に差し替えるだけでよい。これらの飛躍的な作業性の改善は、挿入機器 20 が、一端で挿入され、他端で回収されるのではなく、挿入側の同一箇所から、ケーブル 30 を接続したままの同一形状を保ちながら回収される構造、及び方法によって、初めて実現されるものである。

【0022】細く長尺で、数あるチューブ 90 の一つ一つに挿入を要し、端から端まで丹念に行き来させる必要がある清掃器 21 と検出器 22 とが、長手方向に連結・一体化されたことは、少なくとも機器の挿入回数を減らし、総作業量、或いは総作業時間の低減に基本的に寄与するものである。送給装置 40 と併用することによりそ

(6) 000-180093 (P2000-180093A)

の効果は絶大である。清掃や探傷検査の方法は、必ずしも、従来のピグによるものや、渦流探傷法に限定されない。目的を確実に達成すれば良く、簡便で素早く、安価に実施できるほど望ましい。この意味では清掃法の選択肢は多様にあり、一体化によって格別の支障を来す恐れはない。チューブ90内での挿入機器20の移動は、もちろん、送給装置40によるとして、例えば検出器22の動力供給や、検査情報の回収手段を、如何に構成するかによっても、作業量や作業時間の低減成果は大いに変わる。上記の一体化は、能率的な管内清掃・探傷検査装置を得るために、大きな可能性を備えた必須条件を提供するものである。

【0023】挿入機器20の運転操作に必要なケーブル30が、あらかじめフレキシブル管11に挿入されているため、本装置1においてケーブル30の損傷を防ぎ、取扱い作業性を著しく向上させる。細く長尺の、多数の熱交換器用チューブ90に、フレキシブル管11にケーブル30を挿通せず、両者を分離して同時に、繰り返して出し入れすることは、不可能ではない。しかし、挿入機器20に接続されたケーブル30が、挿入機器20を単純に押すことによってチューブ90に引き込まれるのであれば、ケーブル30は忽ちチューブ90の入口部と接触現象を起こして損耗し、塵埃源となる。また、引き抜きには、ケーブル専用の引き抜き手段を必要とし、床に垂れるとすれば塵埃が付着する。これも重大問題である。これらを防ぐために人が介添えするとすれば、作業性の悪化は甚だしい。更に、ケーブル30のために専用のドラムを設けるにも、装置全体が複雑化する割には目的を達しにくい。そこで、フレキシブル管11にケーブル30を挿通しておけば、あたかも1本のフレキシブル管11を扱うかのように取扱うことが可能で、これらの諸問題を抜本的に解決するものである。

【0024】これらの意味から、本装置1のフレキシブル管11は、いくつかの重要な基本特性を併せ持つ必要がある。第1には、細いチューブ90に清掃器21や検出器22を押し込むときの圧縮応力に対して、座屈しないことである。即ち、軸方向外力を支持する十分な剛性、強度を必要とする。勿論、チューブ90はフレキシブル管のガイドとなって、ある程度、座屈を防ぐ補助作用がある。しかし、清掃器21や検出器22は挿入時に管路との間に摩擦を生ずる。この摩擦抵抗により、長尺のフレキシブル管11が座屈して咬み込めば、目的を達することは不可能となる。第2に、検出器22を引き出すときの引張応力に対して、フレキシブル管11が伸びないことが必要である。信頼性を以って探傷検査を実施するには、一定速度での走行が求められる。検出器22と管路との摩擦抵抗が変わり、このために伸縮が起れば、フレキシブル管11の端を一定速度で引き出しても、検出器22を一定速度で走行させることはできない。場合によっては、停止と急速な動き出しとが繰り返

されて、計測不能に陥る可能性がある。

【0025】第3に、柔軟に巻き取り可能であることが必要である。即ち、軸線が湾曲する方向に可撓性があることを必要とする。これは、長さ5m～6mの熱交換器用チューブの直管に挿入可能で、そのフレキシブル管11が剛直していれば、引き出したとき、もう1台の熱交換器91と同じ作業スペースを必要とする。これでは実用性は欠落している。以上のように、伸・縮に対して剛性を示し、曲げに可撓性を示す要求は、本来材料物性としては矛盾している。第4に、塵埃を吸収・発生せず、損耗や疲労を生じにくいことが必要である。実用上は、長手方向の引張り、圧縮、曲げの各応力のほかに、送給のために長手方向に垂直な圧縮応力と平行な剪断応力とが働く。それぞれが、1つのチューブ90の清掃・検査ごとに同一パターンで働き、これが繰り返される。そのための損耗や疲労に強く、塵埃を吸着したり、発生しないことが必要である。第5に、ケーブル30等を収納できる機能を併せ持つことが強く期待される。

【0026】図5に示した、フレキシブル管11は市販の製品で（商品名 フレキシブルシャフト）上記の基本特性を備えている。密巻きされたコイルスプリング11aの外側に可撓性プラスチック被覆11bが施され、中空構造である。引張り及び圧縮の剛性はフレキシブル管11として十分で、柔軟に曲げることもできる。表面のプラスチック被覆11bはチューブ90の内壁を損傷する恐れがなく、中空構造はケーブル30を挿通して保護するのに好都合である。製造上、両端に接続金具13を取り付ける体制も整っている。

【0027】なお、それに代えて図11、図12に示す偏平なフレキシブル長尺体12（または平ベルト体12という）を使用してもよい。これは鋼線の主材として、直径の小なるフレキシブル管11を複数並列して又は、硬鋼線（ピアノ線等）12aが直線状に編み込まれ、その幅がチューブ90の直径より狭く形成され、これも本質的、理想的な機能を備える。すでに述べたように、伸・縮に対して剛性を示す一方で、曲げに対して柔軟であることは、材料物性としては矛盾している。しかし、平ベルト体12は、幅と厚さとに方向性を持たせ、チューブ90を利用して、目的の機能を備えることができる。

【0028】この場合の鋼線は、新規材料も豊富にあるが、例えばカーボンファイバ12bなどは最適である。後述する送給装置40の圧縮・送給力にも耐え、本装置1の使用条件下で起こり得る摺動摩擦に強く、塵埃源となることがない。硬鋼線12aを覆うように編めば、チューブ90の内面を傷つける恐れもない。図11、図12に平ベルト体12による基本構造の1例を示す。木目細かく、塵埃を吸着しない編み方、あるいは被服方法が鍵である。なお、1本のみのフレキシブル管11によって構成しようとするれば、供給可能な製造サイズ、特に内径が些か細きに過ぎて、特別注文の必要がある。それに

(7) 000-180093 (P2000-180093A)

比べて平ベルト体12は、汎用素材によって手製とすることも可能で、幾種類かのケーブル30を併設することができる。その必要数量は、せいぜい数本で、極めて限定されているだけに、手軽に自製できることは場合によって重要条件となり得るものである。

【0029】図示しないモータと駆動ロール42とを備えた送給装置40により、フレキシブル管11等を前後に自動送給することは、清掃器21と、検出器22と、ケーブル30と、を連結構成したことで対をなす本装置1の根幹機能である。原子炉1基あたりのフレキシブル管11等の送給距離の総延長は、本装置1においても、往・復30kmの規模を越える。これを考慮すれば、本装置1が自動送給によって作業負担の軽減に寄与するところは極めて大である。のみならず、人手を介することなく、一定速度で自動送給されるので、清掃や探傷検査の品質を安定させる基本条件を整えるものである。また、自動送給は、フレキシブル管11の疲労や摩耗の箇所を安定させ、本装置1としての機能向上の方向を定める。さらに、設定速度から、清掃と探傷とに必要な実質作業時間を、予め的確に予測することも可能となる。往路・復路、或いは作業に合わせて、所要の速度を設定可能とすれば、作業能率をいっそう向上させることができる。

【0030】本装置1がドラム50を備え、1本のチューブ90の清掃・探傷ごとに長尺のフレキシブル管11を引き出し、また収納できることは、既存の熱交換設備の配列状況での作業スペースの確保を可能にしている。それを狙いとして、フレキシブル管11が可撓性を備える必要がある点を既に述べた。一方、ドラム50が、その回転部52と固定部53との間にケーブル30の渡り回路31と、渡り回路31の両端に接続具32と、を備えたことは、フレキシブル管11の採用に呼応するものである。ケーブル30の損傷を防ぎ、作業性を高める働きがある。各種のケーブル30のうち、例えば、検出器22の電源の経路について見れば、探傷検査機本体23からドラムの固定部53の接続具32、渡り回路31、回転部52の接続具32、更にフレキシブル管11に併設されたケーブルを経て検出器22に達する。このようにして経路を構成することにより、ケーブル30が無用の移動を繰り返したり、絡み合うなどして損耗し、作業性が悪化するのを未然に防ぐことができる。

【0031】いっぽう、ケーブル30の数と種類は、採用される清掃方式や、探傷検査の方法によって変わり得る。電流・電圧のみならず必要に応じて圧縮空気や清浄な水など、流体の送給を要する場合も起こり得る。清掃や検査方法の選択は、フレキシブル管11と渡り回路31と、の構成方法との整合を要し、これを無視することはできない。電流には図9に示すスリッパリング等による渡り回路31がよく知られ、流体には図10に示す渡り回路31も、回転摺動シールなど、実用可能な技術は

多様にある。本装置1のドラム50に適用することによる寄与は絶大である。

【0032】熱交換器91において、そのチューブ90の一端を原点とし、チューブ90の水平の向きをX軸、水平でX軸に垂直な向きをY軸、上方をZ軸とし、座標系を右手系で定めるものとする。図1、図2において送給装置40が、管板2を基準にY、Z方向に移動自在に配置されたことは、合理的である。即ち、略正方形棒状の支持フレーム5が、管板のフランジ部のボルト孔を利用して着脱自在に取付けられ、その支持フレーム5に設けたYレール7、Zレール6に送給装置40が可動自在に配置されている。そのため、管板2のY座標とZ座標との交点上に夫々穿設された多数のチューブ挿通孔に送給装置の中心（送給軸線）を正確に整合できる。さらに、この例では送給装置40の自重を相殺するバランスイット4が設けられているから、送給装置40の移動が極めて円滑に行なわれる。

【0033】なお、本発明の送給装置の可動基準は上記の実施例に必ずしも限定されるものではなく、図6、図7のように構成してもよい。この例は、ドラム50と共に、送給装置を移動するものである。即ち、送給装置40がドラムの固定部53に搭載され、ドラム50の全体が、位置設定機構付きのY方向の移動手段55Yを備え、いっぽう送給装置40又はドラム50の何れかが、位置設定機構付きの昇降手段55Zを備える。そして本装置1は、送給位置40をチューブ90入口に、正しく位置決めする設定時間を短縮し、設定されたY、Z座標を維持することができる。

【0034】図7は、送給装置40が、ドラム50上で、昇降手段55Zを備えた実施例である。ドラム50全体が昇降する方式より、コンパクトに構成されている。隣接する熱交換器91への移動に際して移動手段55Yを活用できるように、ドラム台54を省略することもできる。しかし、送給装置40の微小移動と微細な位置設定に関する操作性から、ドラム台54に移動用の車輪を設けることも、機能上は意味がある。この送給装置40はチューブ90への送給位置を正確に行い、チューブ90の入口でのかじりを防ぎ、フレキシブル管11の損耗や、塵埃の発生、飛散を生じない。また、設定時間の短縮は、積算されて総作業時間の短縮に貢献する。

【0035】ドラム50の外回転部52aは、送給装置40が上下に移動してドラムが回転部52との相対位置を変えたとき、回転軸51の回りに回転して、フレキシブル管11を導入する姿勢を変えることができる（図6、図7参照）。外回転部52aは、2枚の回転側板57の間で、1円周の範囲にわたり渦巻状に配置されたローラ58を備えて、フレキシブル管11を転がり接触によって受けとめながら、渦巻状に収納する。すなわち、フレキシブル管11の摺動による損耗が防止され、送給抵抗が低減されて、送給装置40によって送給すれば、



(8) 000-180093 (P2000-180093A)

フレキシブル管 11 がドラム 50 内に自動的に収納される。外回転部 52 は回転軸には固定されず、固定部 53 に対して姿勢を保つための図示を省略したロック機構を備える。ドラム 50 の内回転部 52 b は、本装置 1 においては回転軸 51 に固定されている。フレキシブル管 11 の一端が固定され、ケーブル 30 の接続具 32 と、固定部 53 との間で、回転軸 51 を経由する渡り回路 31 とを備える。フレキシブル管 11 が内回転部 52 b に巻き取られる長さは、外回転部 52 a の直径が大きいほど短くすることが可能で、フレキシブル管 11 が相互に摺動する範囲を短くできる。

【0036】

【発明の効果】以上のように請求項 1 に記載の熱交換器の管内清掃・探傷検査装置によれば、熱交換器用チューブ 90 の一端側からフレキシブル管 11 を供給装置 40 を介して往復駆動することにより、管内清掃と探傷検査を同時にこなせる。請求項 2 に記載の発明によれば、フレキシブル管 11 の先端に清掃器 21 と検出器 22 が順に接続されているため、清掃器と検出器が干渉することなく、夫々の機能を最大限に発揮できる。請求項 3 に記載の発明によれば、金属線のコイル巻の外周にプラスチック材の被覆がもうけられているため、フレキシブル管の汚損を少なくして、清掃効果を高めることができる。

【0037】請求項 4 に記載の発明によれば、多数の熱交換器用チューブのうち、目的のチューブに送給装置を容易に整合させることができる。請求項 5 に記載の発明によれば、フレキシブル管が床面等に接触して汚損することを防止でき、清掃の信頼性を向上できる。請求項 6 に記載の発明によれば、多数の熱交換器用チューブのうち、目的のチューブに送給装置を容易に整合させることができる。それと共に、フレキシブル管が床面等に接触して汚損することを防止でき、清掃の信頼性を向上できる。請求項 7 に記載の発明によれば、検出器と探傷検査機本体とを電気的に確実に接続できる。

【0038】請求項 8 に記載の発明によれば、ドラム 50 が、ローラ 58 を備えた外回転部 52 a と、フレキシブル管 11 の端が固定された内回転部 52 b とを備えたので、フレキシブル管 11 の送給・導入の向きが可変となり、収納するには送給装置 40 によって送給すればよく、能率的で信頼性の高い熱交換器の管内清掃・探傷検査装置を提供できる。請求項 9、請求項 10 に記載の熱交換器の管内清掃・探傷検査方法の発明によれば、チューブの清掃と探傷検査を効率的に行なうことができる。請求項 11、請求項 12 に記載の熱交換器の管内清掃・探傷検査装置の発明によれば、丈夫で耐久性の高いものを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の熱交換器の管内清掃・探傷検査装置の第一の実施例を示す要部正面略図。

【図 2】同右側面図。

【図 3】同装置のフレキシブル管 11 の先端に取付られた清掃器 21 と検出器 22 の一例を示す説明図。

【図 4】同フレキシブル管 11 の駆動説明図。

【図 5】同フレキシブル管 11 に内装されたケーブルとその接続状態の一実施例を示す断側面図。

【図 6】本発明の熱交換器の管内清掃・探傷検査装置の第二の実施例を示す正面図。

【図 7】同ドラム台 54 上のドラム 50 と送給装置 40 の一実施例を示す正面図（部分断面図）。

【図 8】図 7 の平面図。

【図 9】同装置のドラム 50 の回転部 52 と固定部 53 とを渡る電流の渡り回路 31 の一実施例を示す断面図。

【図 10】同ドラム 50 の回転部 52 と固定部 53 とを渡る流体の渡り回路 31 の一例を示す模式断面図。

【図 11】平ベルト状のフレキシブル長尺体 12 の一実施例を示す平面図。

【図 12】図 11 の側面図（B-B 矢視部分断面図）。

【図 13】図 12 の A-A 矢視断面図。

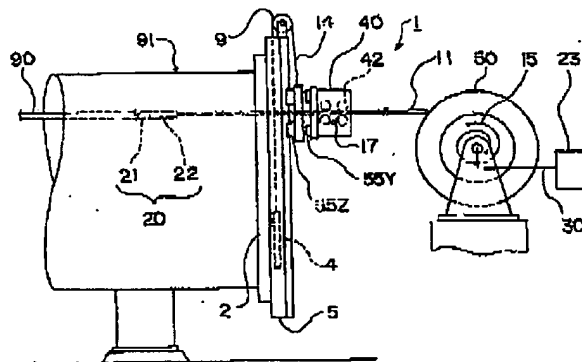
【符号の説明】

- 1 本装置
- 2 管板
- 4 バランスウエイト
- 5 支持フレーム
- 6 Zレール
- 7 Yレール
- 8 ブラケット
- 9 滑車
- 11 フレキシブル管
- 11 a コイルスプリング
- 11 b プラスチック被覆
- 12 平ベルト体（フレキシブル長尺体）
- 12 a 硬鋼線（ピアノ線等）
- 12 b カーボンファイバ
- 13 接続金具
- 14 ワイヤ
- 15 弛み防止手段
- 16 ガイド管
- 17 ハンドル
- 20 挿入機器
- 21 清掃器
- 22 検出器
- 23 探傷検査機本体
- 30 ケーブル
- 31 渡り回路
- 32 接続具
- 33 スリッパリング
- 34 集電体
- 35 絶縁層
- 40 送給装置
- 42 駆動ローラ

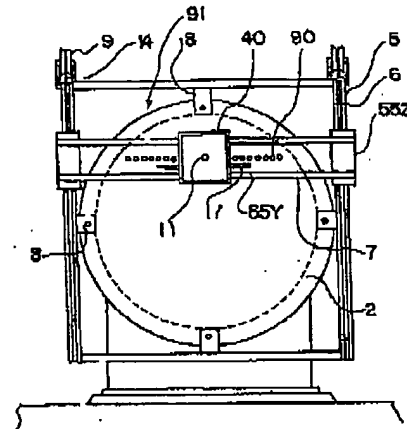
(9) 000-180093 (P2000-180093A)

- |          |               |
|----------|---------------|
| 50 ドラム   | 55Y 移動手段      |
| 51 回転軸   | 55Z 昇降手段      |
| 52 回転部   | 57 回転側板       |
| 52a 外回転部 | 58 ローラ        |
| 52b 内回転部 | 90 チューブ (伝熱管) |
| 53 固定部   | 91 熱交換器       |
| 54 ドラム台  |               |

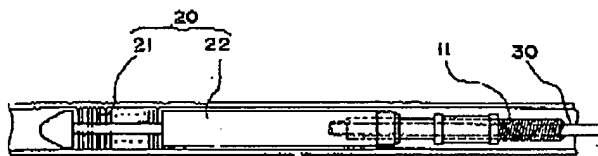
【図1】



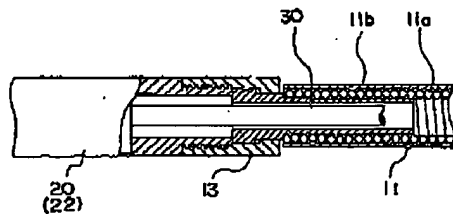
【図2】



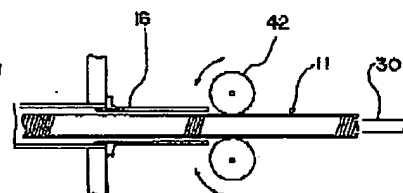
【図3】



【図5】



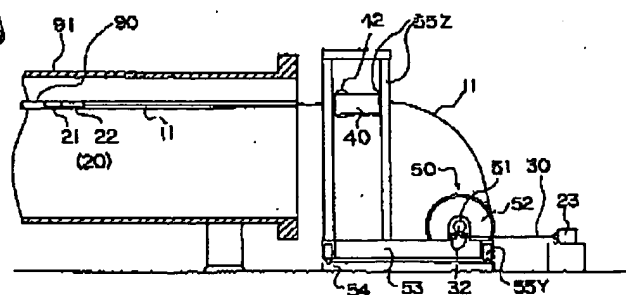
【図4】



【図13】

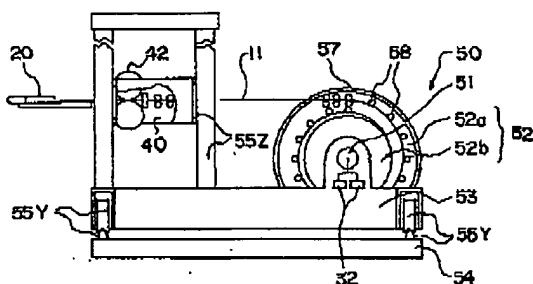


【図6】

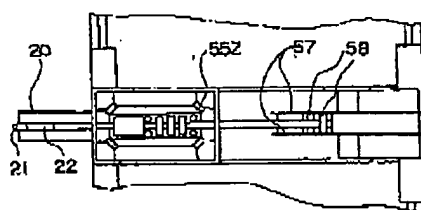


(40) 100-180093 (P2000-180093A)

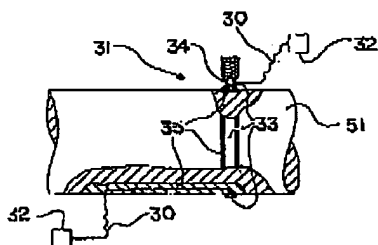
【図7】



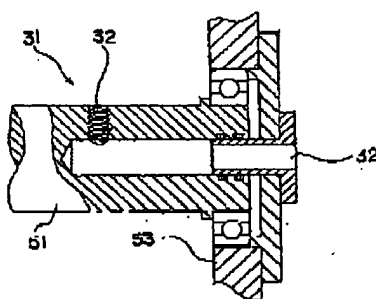
【図8】



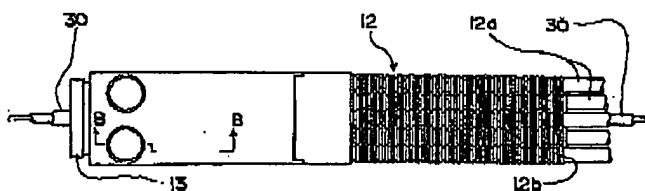
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

